

POSIBLES CAMBIOS CLIMÁTICOS DEBIDOS A LOS EMBALSES CONSTRUIDOS EN LAS CABECERAS DE LOS RÍOS DE MONTAÑA

Ana Fe Astorga González*

RESUMEN. En este artículo se comenta la incidencia de la construcción de un embalse en el clima de montaña en que se inscribe, apreciando cierta modificación en cuanto a las precipitaciones, temperaturas, días de niebla, etc., mostrando una aplicación particular al embalse de Riaño.

Palabras Clave: Microclima, embalse, cabecera fluvial, Riaño.

INTRODUCCIÓN:

La aparición durante los últimos años, en algunos espacios, de condiciones climáticas excepcionales, tales como sequías, lluvias copiosas, temperaturas anormalmente altas o bajas, aumento de los días de niebla, etc., ha conducido a pensar que en estos momentos se están produciendo cambios microclimáticos a escala zonal. Estas mutaciones no han sido bruscas, sino graduales, en todos sus elementos aunque determinadas variables evolucionaron en breve plazo y de forma casi imperceptible, pero su importancia en base a las variaciones biogeográficas que introduce es tal que requieren una atención especial.

El posible cambio climático como resultado de las actividades humanas es un tema que preocupa por los efectos no deseados que las alteraciones

en el régimen de temperaturas y precipitaciones debidas a causas no naturales podrían tener. Las oscilaciones detectadas en los elementos climáticos han llevado a considerar cuál es la causa de las mismas y qué trascendentales consecuencias acarrearán en las biocenosis regionales. Responder a estos interrogantes es algo harto complejo, ya que incluso los climas de montaña se insertan en unos sistemas mucho más amplios regidos por factores astronómicos, atmosféricos y geográficos en interacción constante. Por eso, para no caer en errores interpretativos, tenemos que partir del conocimiento preciso de la climatología zonal antes de la introducción del agente o de los agentes modificadores.

I.- EL RÉGIMEN CLIMÁTICO DE MONTAÑA

En relación directa con los flujos de la circulación general, este ámbito geográfico debería tener situaciones y tipos de tiempo análogos a los del resto del dominio Mediterráneo. Sin embargo, su ubicación en el cuadrante Noreste y la configuración morfológica modifican de modo sensible la dinámica, dando lugar a un clima mediterráneo "desnaturalizado". En las zonas de montaña apreciamos, en cuanto a la variable térmica, una intensificación del frío que se manifiesta en un

*. Becaria y colaboradora del Departamento de Geografía, Universidad de León

prolongado periodo de heladas, entre seis y ocho meses, desde Octubre a Mayo, aunque puede ocurrir que el periodo libre de escarchas se reduzca a los dos meses centrales del estío, y un verano moderadamente caluroso¹. Siguiendo la clasificación de Papadakis, se trata de climas "mediterráneos templados frescos" que se definen desde un punto de vista térmico por una temperatura media anual que ronda los 10° C., mientras que los meses más fríos y más cálidos, enero y julio respectivamente, registran unas medias de 2,9° C. y menos de 20° C. cada uno. En cuanto a las pluviosidad, hay que señalar que en toda la cordillera Cantábrica y en los montes Galaico-leoneses el paso de los frentes de las borrascas provocan cuantiosas precipitaciones: la media de días de lluvia oscila entre 120 y 150, lo que reduce el periodo de aridez estival de tal forma que en el extremo Nordeste casi desaparece².

II.- CAMBIO DEL SISTEMA TERRESTRE-FLUVIAL

La creación de una lámina de agua extensa conlleva una serie de cambios en el medio ambiente, si bien nos ocuparemos de aquellos que inciden ya sea directa o indirectamente en las condiciones atmosféricas, a pesar de que su perímetro de influencia queda limitado al entorno espacial más inmediato³. La mayor o menor influencia de los embalses en las zonas colindantes está mediatizada en gran medida por las peculiaridades locales; a saber: topográficas y meteorológicas. La masa de agua almacenada supone un aumento del plano en que se origina evaporación, lo que implica intercambios de calor entre el fluido y la atmósfera⁴. La radiación solar es la fuente de energía que pone en marcha los procesos hidrológicos, ya que el cambio de estado que supone la conversión de agua líquida en vapor sólo es posible si existe un gra-

diente de presión entre la superficie potencialmente evaporante y la atmósfera. Siempre que el agua pasa a gas es necesaria una absorción de calor, lo que da lugar, en principio, a una pérdida en el entorno inmediato⁵ y por tanto un descenso de la temperatura. En oposición, cuando el aire se satura y se dan las condiciones necesarias para la condensación del vapor, se produce un fenómeno inverso: se desprende calor. Las consecuencias climáticas más inmediatas de este hecho son que las oscilaciones térmicas diarias se reducen, ya que la evaporación se produce durante el día y, por tanto, las temperaturas tienden a ser más bajas, mientras que la condensación suele ser nocturna y debido a ello, el descenso lógico de las temperaturas por la inexistencia de radiación solar se ve compensado con el desprendimiento de energía de la condensación siempre que el aire húmedo no se desplace ya que en este caso se produciría una importante pérdida calórica. Las variaciones diarias son menos importantes en estos nuevos medios acuáticos a causa del albedo⁶, la humedad del aire y del mayor calor específico de la masa de agua frente a la tierra. El agua tarda más en calentarse⁷ y nunca lo hace con tanta intensidad como el suelo; no obstante, pierde más lentamente el calor, por lo que en un entorno más o menos limitado de unos pocos kilómetros a la redonda el régimen térmico adquiere un sesgo moderado incluso en cuanto a la amplitud anual.

A causa de la forma de los vasos de los reservorios, profundos y de marcada irregularidad, el viento suele producir corrientes en la superficie, efecto que contribuye a la mezcla de las aguas de distintos niveles térmicos. Por otro lado, los embalses, al estar alimentados por ríos y torrentes, experimentan una constante remoción, hecho que favorece la propagación del calor. Así se iguala la distribución de las temperaturas, atenuándose el

FIGURA 1. Brisas en el entorno de un embalse. ELABORACIÓN PROPIA.

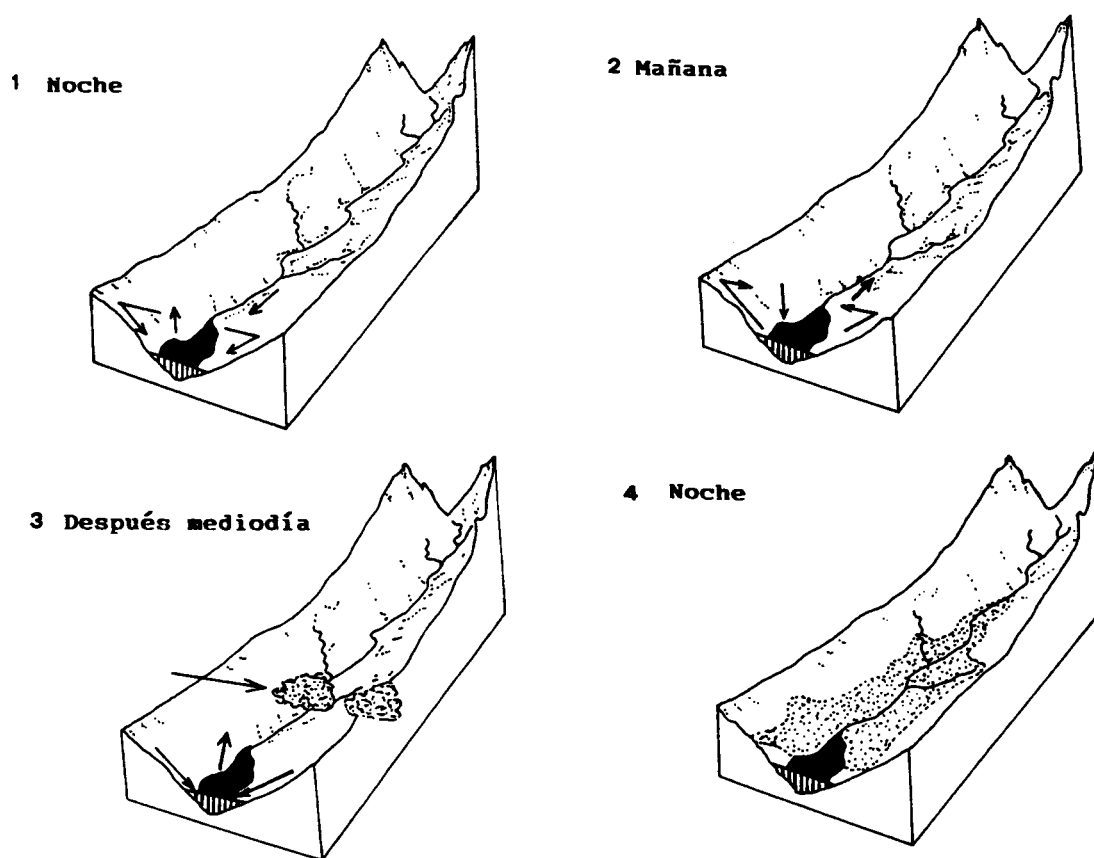


Figura 1. Brisas en el entorno de un embalse.

enfriamiento en superficie. Esto no sólo contribuye a impedir la formación de capas de hielo sino que también propicia el atemperamiento del clima en la estación fría.

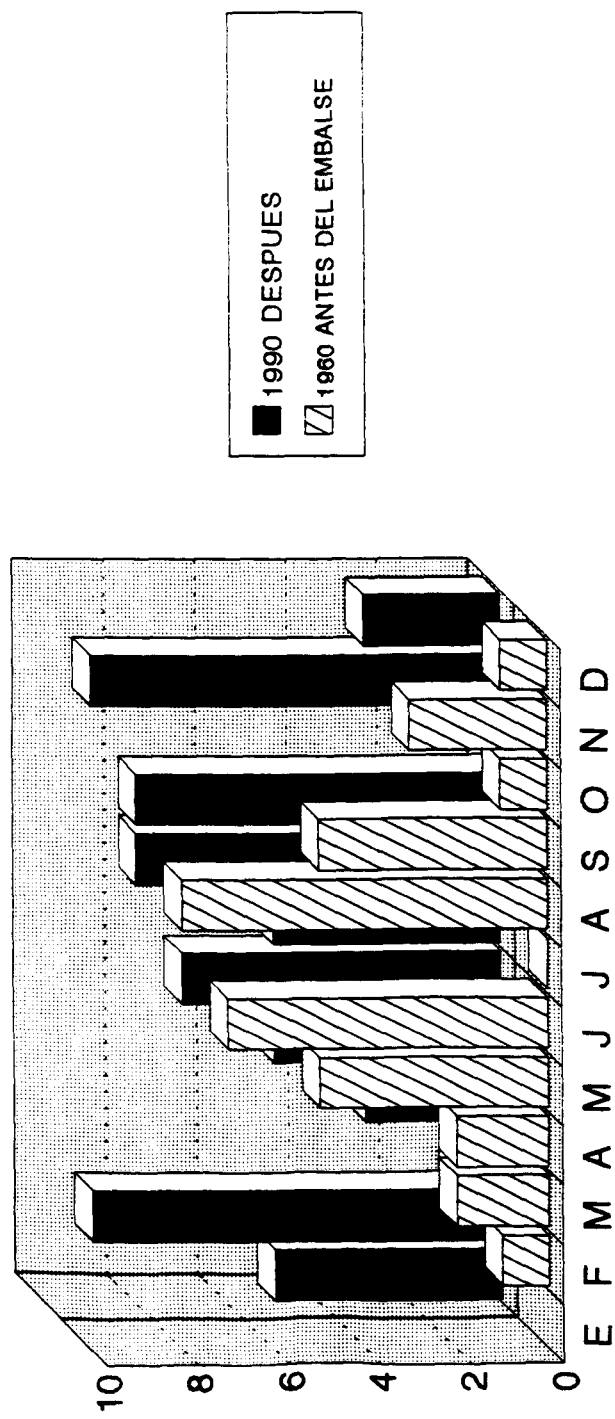
Las heladas durante las noches de cielo despejado y sin viento son un fenómeno muy frecuente cuya incidencia en el ciclo vegetativo de las plantas y los cultivos es trascendental. Las temperaturas bajo cero se producen por la emisión desde el suelo de radiación de onda larga hacia una atmósfera pobre en vapor de agua, por lo que no se ve contrarrestada la pérdida. Desde tiempo inmemorial, el agricultor de la montaña ha intentado proteger las producciones anuales de las bajas térmicas con un método muy rudimentario pero eficaz, que consiste en regar los cultivos a fin de que con la evaporación diurna aumente el vapor de agua en la atmósfera y al llegar la noche la rerradiación infrarroja desde el medio ambiente sea mayor o compense las pérdidas a nivel del terreno. Tras la construcción de los embalses de Villameca(1947), Barrios de Luna(1959), Vegamián(1969) y Riaño(1980), se ha abreviado el número de días de helada en sus zonas de influencia climática, si bien el cambio más sensible se registra en cuanto a la reducción de su intensidad.

Por otra parte, la construcción de un reservorio supone la desaparición de algunos efectos negativos del relieve sobre las temperaturas locales. En los valles fluviales el aire estancado se recalienta durante el día, pero al caer la noche, el aire más frío y denso de las laderas desciende y se acumula en el fondo del valle provocando fuertes heladas⁸. Sin embargo, la construcción de presas y llenado de las cerradas convierte los vientos locales en circulaciones similares a las brisas terrestres y marinas⁹ desde y hacia la acumulación de agua; por añadido, a lo largo del cauce también se aprecia un régimen de brisas en

sentido ascendente (Figura 1). Esto, sin duda, tiene modestos efectos, pero no por ello menos decisivos, sobre la temperatura y humedad de estos restringidos espacios.

Durante el invierno y gran parte de las estaciones intermedias, se ha observado un aumento en la frecuencia de las nieblas¹⁰, contingencia ya de por sí bastante frecuente en estos valles cuya orientación favorece las inversiones térmicas. El hecho se debe a que cuando una masa de aire frío pasa sobre otra de agua más cálida¹¹, adquiere un gradiente vertical de temperatura que contribuye, además, a expandir la humedad relativa; se favorece así la formación de turbulencias que arrastran el vapor de agua hacia niveles superiores donde, a causa del descenso térmico, se condensa formando neblinas o nieblas¹². En el verano también pueden hacer aparición, ya que el aire más cálido se enfría al pasar sobre el plano de agua que tiene una temperatura inferior¹³. En estas condiciones, la atmósfera cede calor a la superficie acuosa subyacente y al igual que ocurre en el caso anterior, el enfriamiento puede hacer que la humedad relativa aumente hasta un punto en que se originen nieblas más o menos espesas. En los dos casos, después de la salida del sol, la radiación cambia las condiciones térmicas de ambas masas y la niebla se va disipando, a no ser que la nubosidad en los niveles superiores de la atmósfera merme excesivamente su paso.

La evaporación simultánea de una gran fracción de agua da lugar a fenómenos similares a los anteriores. A resultas de la aportación adicional de vapor a la atmósfera y no a causa del descenso de la temperatura, se producen nieblas, por este motivo llamadas de "evaporación" que forman "cejas" sobre el embalse. Generalmente, las nieblas ocupan el fondo de los valles y se desparraman hasta 5 o 6 kilómetros aguas arriba de la cola.



Fuente: I.N.M. Estaciones de Rioño y embalse de Rioño. Elaboración propia.
 Figura 2

Figura 2. Número de días con niebla en Rioño y embalse de Rioño.

Pero tampoco es extraño que permanezcan "pegadas" al embalse (Figura 2).

El papel del vapor de agua es de gran importancia en la determinación de los cambios microclimáticos que pretendemos demostrar. Cuando la condensación se produce en altura por el movimiento ascendente experimentado por una masa de aire húmedo que se enfría por expansión adiabática, da lugar a la formación de nubes. La nubosidad es uno de los más importantes elementos del tiempo; sin embargo, su aumento produce efectos opuestos: por un lado, actúa de espejo frente a la radiación solar y por otro contribuye a un calentamiento atmosférico por la absorción de la energía reflejada desde la superficie. En las zonas inmediatas el efecto predominante es el calentamiento en función de que ya de por sí el albedo del agua es menor y si, por ende, la nubosidad impide que se escape la irradiación de onda larga (efecto invernadero), se detectaría un ascenso en las temperaturas registradas a lo largo de todo el año en los observatorios próximos al entorno de los embalses, a pesar de que la nubosidad es a la vez causante de que penetre menor cantidad de radiación solar.

El aire en estos espacios puede elevarse por dos razones principalmente: los ascensos "térmicos" y los "oroográficos", y dar lugar a la formación, por condensación del vapor en núcleos higroscópicos, de abundante nubosidad¹⁴; no obstante, no podemos asegurar que la evaporación procedente de los embalses incremente las precipitaciones locales, ya que la pluviosidad depende más de la inestabilidad atmosférica o del vaivén de la circulación regional que de la humedad contenida en el aire. El estudio de los perfiles de precipitación no nos muestra un aumento cuantitativo espectacular sino todo lo contrario¹⁵, si bien sí se ha detectado mayor frecuencia de las lluvias

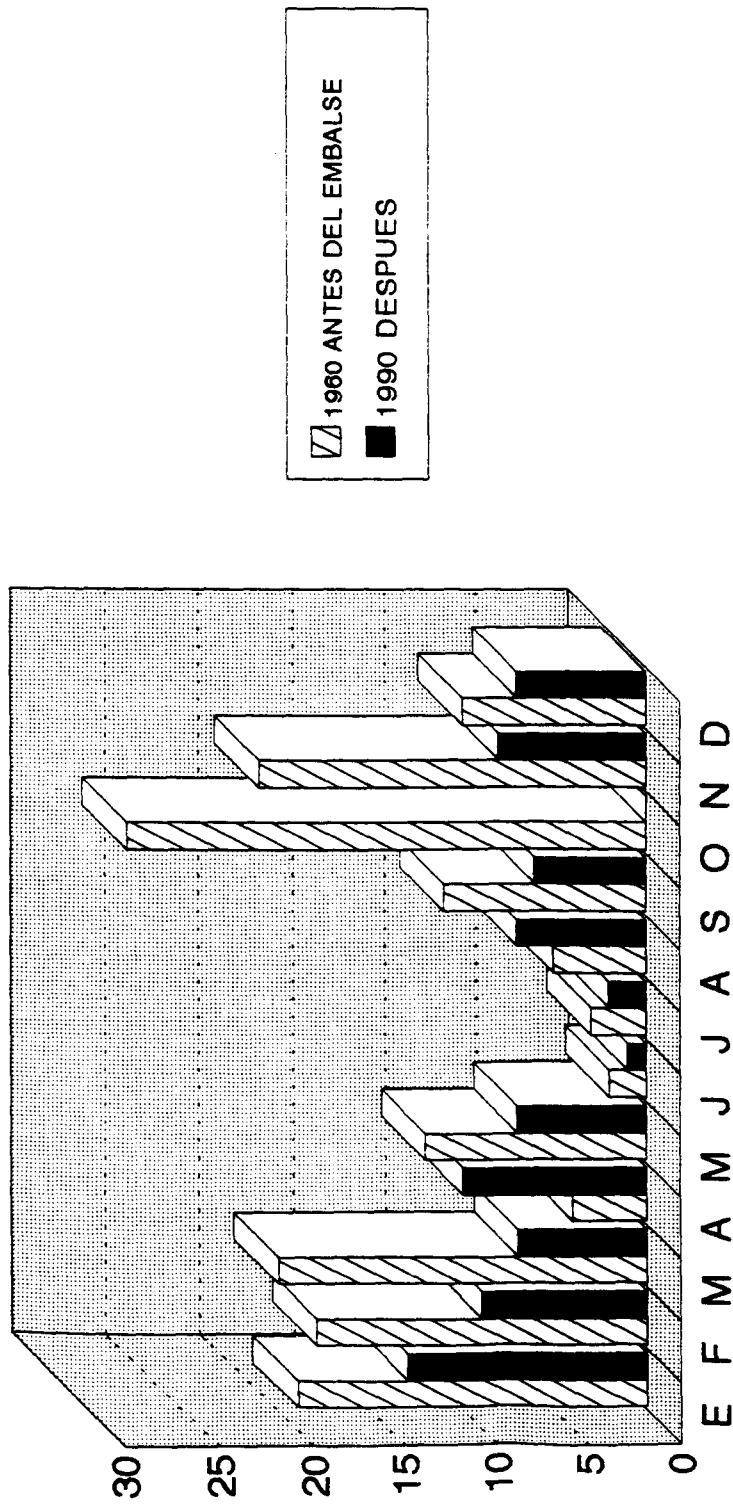
débiles, lloviznas o aguanieves, lo que puede achacarse tanto a inestabilidades convectivas provocadas por la morfología espacial que elevan las masas de aire cargado de humedad producto de la evaporación de las masas de agua hasta alturas en las que se alcanza el nivel de condensación, como a las originadas por el desigual calentamiento de las laderas de las montañas que constituyen los márgenes de los embalses (Figura 3).

En las zonas puestas en riego¹⁶, aguas abajo de las presas, se detectan efectos muy similares sobre los climas locales, pero mucho más moderados a los descritos hasta el momento¹⁷. No obstante, en estos casos el fenómeno desencadenante de las variaciones es la evapotranspiración de la vegetación y los cultivos de regadío, así como la modificación del albedo que supone la muda de superficies terrestres áridas o semiáridas, sin apenas fronda, a otras cubiertas intensivamente de diversidad de plantas regadas regularmente.

III.- ¿HACIA UN CAMBIO MICROCLIMÁTICO?

En la última década hemos asistido a una constante alteración de los elementos climáticos; de este modo, el intento de establecer un modelo que englobe las anomalías observadas a escala regional entraña serias dificultades y podríamos caer en graves errores si no tuviésemos en cuenta que los microclimas también se engendran dentro de un sistema mucho más amplio en el que los factores que lo rigen están en constante interacción.

Las pequeñas modificaciones climáticas a escala local inducidas por el hombre han tenido lugar a través de cambios en la composición atmosférica y en las condiciones de la superficie terrestre. Alguno de estos impactos parecen ser el resultado o al menos tener como causa última la transformación de considerables extensiones de



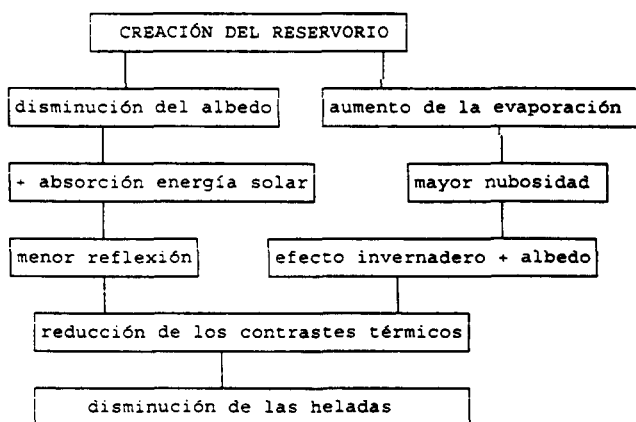
Fuente: I.N.M. Estaciones de Riaño y embalse de Riaño. Elaboración propia.
 Figura 3

Figura 3. Número de días con precipitación (lluvia y nieve) en Riaño y embalse de Riaño.

suelo forestal, de pastos y de cultivos en medios acuáticos artificiales de agua dulce, es decir, en embalses.

A pesar de ello, la mayoría de los embalses son demasiado pequeños para afectar en profundidad al comportamiento atmosférico en aspectos tales como un aumento de las precipitaciones. No obstante, el clima de algunas zonas de la montaña leonesa se ha visto modestamente afectado por la construcción de reservorios de agua, con fines agrícolas o hidroeléctricos, en lo referido a la reducción de las perniciosas heladas. El arbitraje climático, sin embargo, es espacialmente limitado, ya que a un embalse de la entidad del Rybinsk (4.500 km²)¹⁸ se le calcula tan sólo una influencia de 10 km en cuanto a que el número de días libre de heladas ha descendido una media de cinco a quince días desde su llenado¹⁹.

El modelo de cambios ocasionados por la creación de un ecosistema artificial similar a un lago en espacios típicamente terrestre-fluviales, se resume sobre todo en un descenso de la marcada continentalidad climática. Para expresarlo gráficamente proponemos el siguiente esquema:



Fuente: GOUDIE, A. (1990). Elaboración propia.

La atmósfera responde a las influencias externas pero es difícil asegurar categóricamente que acciones humanas de pequeña magnitud pueden tener como respuesta un cambio climático a gran escala. No obstante, el canje ecológico que supone la sustitución de un medio terrestre por uno acuático en un entorno más o menos limitado y aislado como es un valle puede tener notorios efectos locales en la dirección de los vientos, la temperatura y la humedad.

NOTAS AL TEXTO

1. Las temperaturas medias mensuales de Julio y Agosto no sobrepasan en ningún caso los 20 grados Centígrados.
2. La media anual de precipitaciones es de 500 a 700 milímetros, aunque en ocasiones se superan los 1.000 mm.
3. Partimos del análisis de las series de los embalses de Riaño, Vegamián, Villameca y Luna, antes y después de su llenado, a efectos comparativos para determinar lo que es imputable y lo que depende de tendencias climáticas generales.
4. No obstante, la evaporación es un mecanismo intrincado relacionado con factores tanto relativos a las características de la masa de agua(cantidad y cualidad) como a las condiciones meteorológicas. (BARRY, R.G y CHORLEY, R.J. 1984)
5. Calor latente.
6. Para las superficies de tierra, la parte de la insolación que es reflejada hacia la atmósfera sin que produzca ningún calentamiento oscila entre 8 y 40% de la radiación recibida; para las masas arbóreas disminuye hasta el 9 al 18%; para la hierba que forma los abundantes pastos de montaña es del 25%, mientras que el albedo de la nueva superficie de agua en calma, que ocupará el lugar de las superficies anteriores, es sólo del 2 al 3%, aunque

dependiendo del ángulo de elevación solar puede ser mucho mayor(50%).

7. A pesar de que hablamos de aguas embalsadas, no podemos en ningún momento pensar que permanecen estancadas; además, los procesos de evaporación superficial producen la pérdida de calor y, por ello, los movimientos y las diferencias de densidad contribuyen a uniformizar la temperatura. (NAYA, A. 1984)

8. "Viento catabático". (BARRY, R.G. y CHORLEY, R.J. 1984)

9. "brisas lacustres". (HUFTY, A. 1984)

10. Del orden del 55,5% en el caso del embalse de Riaño.

11. El agua tarda más en enfriarse que la tierra.

12. Nieblas de irradiación.

13. Las nieblas generadas por efecto de los embalses suelen presentar un espesor reducido y una estacionalidad menos acusada ya que la humedad es ininterrumpida a lo largo de todo el año.

14. Generalmente nubes bajas, con aspecto irregular(estratocúmulos) o en capas(estratos).

15. Tras el llenado de estos embalses se ha producido un acusado descenso de las precipitaciones lo que también se ha observado en otros lugares del mundo. (FU, B.P. y ZHU, C.G. 1984)

16. El embalse de Villameca ha supuesto la puesta en riego de 6.767 Hectáreas, el de Barrios de Luna 47.000 Ha., El del Porma 45.000 y el de Riaño 68.500 Ha.

17. Vid. LAMB, H.H. 1985 pp 321-324.

18. Situado en la antigua U.R.S.S.

19. El embalse de Villameca tiene 1.857.600 m² de superficie y 20 Hm³ de capacidad, el de Vegamián 1.160

Hectáreas y 317 Hm³, Barrios de Luna 1.130 Ha. y 308 Hm³ y Riaño 2.230 Ha y 664 Hm³.

BIBLIOGRAFÍA

- FANKHAUSER, S. (1995): *Valuing Climate Change*, Earthscan Publications, London, 179 pp.

- BARRY, R.G. y CHORLEY, R.J. (1985). *Atmósfera, tiempo y clima*, Barcelona, Omega.

- BOER, M.M. y GROOT, R.S. DE(ed),(1990). *Landcape-ecological impact of climatic change*. Amsterdam, IOS Press.

- CHORLEY, R.J.(ed), (1971). *Introduction to Physical Hidrology*, London, Methuen.

- FU, B.P. y ZHU, C.G. (1984). "The effects of Xinanjiang Reservoir on precipitation", en *Geojournal*, 8.3. pp.229-234.

- GARCÍA CODRON, J.C. y BERMEJO ZUBELZU, O. (1988). "Consecuencias climáticas de la creación de un embalse: estadística y percepción. en *Ería*, 16, pp.125-130.

- GEORGE, P. (1970). *La acción del hombre y el medio geográfico*, Barcelona, Ediciones Península.

- GOUDIE, A. (1990). *The human impact on the natural environment*, Oxford, Basil Blackwell, Third Edition.

- GRIBBIN, J. (1987). *El planeta amenazado*, Madrid, Pirámide.

- HOLLIS, G.E. (ed), (1979). *Man's impact on the hydrological cycle in the United Kingdom*, Norwich, Geobooks.

- HUFTY, A. (1984). *Introducción a la Climatología*, Barcelona, Ariel.

- KNAPP, B., ROSS, S. and McCRAE, D. (1989). *Challehge of the natural environment*, London, Longman.

- LAMB, H.H.(1985). *Climate history and the modern world*. London, Methuen.
- MAUNDER, J. (1990). *El impacto humano sobre el clima*, Madrid, Arias Montano Ed.
- PETTS, G.E. (1985). *Impounded rivers: perspectives for ecological managements*, Chichester, Wiley.
- RODRÍGUEZ PARADIÑAS, E. (1977). *Tres casos de impacto ambiental*, Madrid, C.I.F.C.A.
- TRICART, J. y KILIAN, J. (1982). *La Ecogeografía y la ordenación del medio natural*, Barcelona, Anagrama.
- VV.AA. (1991). *Trabajos presentados a las II Jornadas Internacionales sobre Agricultura y Modificación atmosférica*, León, M.A.P.A., Junta de Castilla y León, Dip. Provinciales León y Zamora, Universidad de León.